

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 34 29 854.1  
22 Anmeldetag: 14. 8. 84  
43 Offenlegungstag: 14. 3. 85

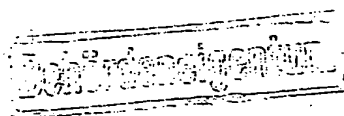
51 Int. Cl. 3:  
G01 R 19/00  
G 01 D 3/06  
G 01 L 25/00  
G 01 G 3/142

DE 3429854 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
23.08.83 LU 83-00224

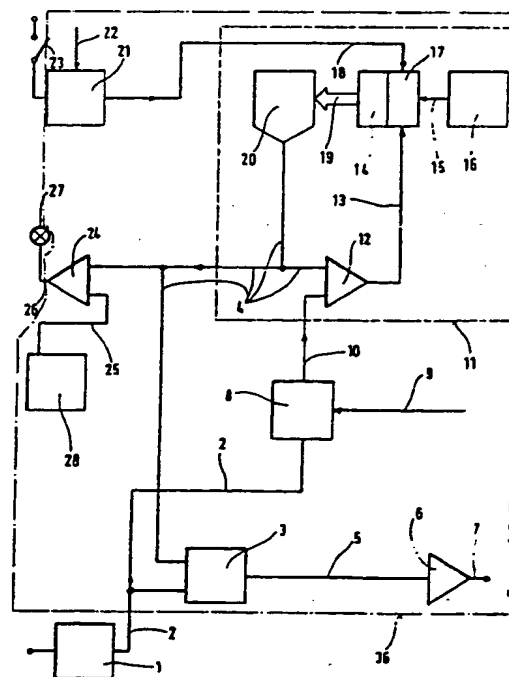
71 Anmelder:  
Zahnradfabrik Friedrichshafen AG, 7990  
Friedrichshafen, DE

72 Erfinder:  
Heinrich, Werner, Dipl.-Ing., 7990 Friedrichshafen,  
DE



54 Gleichspannungs-Meßeinrichtung mit Offsetspannungskompensation

Die Gleichspannungs-Meßeinrichtung ist mit einem Hybridbaustein (36) ausgestattet, welcher Offsetspannungen innerhalb eines vorgebbaren Pegels sehr schnell durch Nullabgleich selbsttätig ausgleicht und dabei eine Kontrolle ermöglicht, ab wann der Pegel überschritten ist bzw. ein Nullabgleich nicht mehr möglich ist. Rein elektrisch aktivierbare Nullabgleichelemente, wie ein Komparator (12), ein sukzessives Approximationsregister (SAR) (14) und ein D/A-Wandler (20) ermitteln dazu, extern getriggert, vor jedem Start einer Messung einen eventuellen Offset des Gebers, halten ihn digital gespeichert und überlagern ihn mittels eines analogen Rechenbausteins (Subtrahierer bzw. Addierer) (3) nach Rückwandlung in ein analoges Signal während der eigentlichen Messung dem Meßwert des Gebers (1) ständig in gleicher Höhe.



DE 3429854 A1

Gleichspannungs-Meßeinrichtung  
mit Offsetspannungskompensation

A n s p r ü c h e

1. Gleichspannungs-Meßeinrichtung mit einer Offsetspannungskompensation, welche zwischen einem Geber (1) und einem Verstärker (6) für die Übergabe eines Meßsignales an einen Signalauswerter bzw. -anzeiger zur Korrektur von in den Verstärker (6) einzu-gebenden Signalen ein Nullabgleichmodul aufweist, dadurch g e - k e n n z e i c h n e t ,

- daß die Offsetspannungskompensation aus einem mit einem externen Triggerbefehlsgeber (23) verbundenen Hybridbaustein (36) besteht,
- in welchem vom Triggerbefehlsgeber (23) rein elektrisch aktivierbare Nullabgleichelemente vorgesehen sind,
- welche bei jedem Start einer Messung einen evtl. vorliegenden Offset des Gebers (1) ermitteln, gespeichert halten und während der ganzen eigentlichen Meßphase dem Meßwert des Gebers (1) ständig in gleicher Höhe überlagern.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,

- daß der Hybridbaustein (36) noch einen Komparator (24) zum Vergleich der Korrekturspannung (4) mit einem von einem Referenzgeber (28) eingegebenen Schwellenreferenzsignal (25) aufweist,
- welcher bei Schwellenüberschreitungen (26) einen Kontrollsignalgeber (24, 27/28) auslöst.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet ,

- daß der Hybridbaustein (36) eingangsseitig einen analogen Rechenbaustein (3) aufweist, welcher sowohl von einer Ablagespannung (2) des Gebers (1) als auch von einer analogen Korrekturspannung (4) beaufschlagt ist
- und welcher Rechenbaustein (3) eine Differenzspannung (5) aus Ablagespannung (2) und Korrekturspannung (4) an den Verstärker (6) eines Meßausganges (7) bzw. eines Anzeigegerätes abgibt.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet ,

- daß die Korrekturspannung (4) von einem nach dem Wägeprinzip arbeitenden A/D-Wandler (11) nach digitaler Speicherung analog abgegeben wird,
- wozu der A/D-Wandler (11) außerhalb einer bei der Meßphase aktivierten Signalkette angeordnet ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet ,

- daß der A/D-Wandler (11) eine Steuerlogik (17) aufweist, die vom über ein Monoflop (21) geführten Triggersignal (18) gespeist ist und im wesentlichen mit einem SAR (sukzessiven Approximationsregister) mit Digitalspeicher (14) zusammenwirkt, und von einem Taktgenerator (16) eingespeiste Steuersignale (15) aufnimmt
- und daß dabei dem SAR (14) ein D/A-Wandler (20) nachgeschaltet ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Nullabgleichelemente (12,14,16,17,20) des Hybridbausteines (36) vom Komparator (12) gesteuert eine Ausgleichspannung (4) in Höhe der Ablagespannung (2) erzeugen, wobei die Ablagespannung (2) vorher einen Filter (8) mit niedriger Grenzfrequenz passiert hat, welche Nullabgleichelemente mit dem Filter (8) außerhalb der Signalkette Geber (1) - Verstärker (6) angeordnet sind.

7. Einrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der A/D-Wandler (11) mit Subtrahierer (3) und Triggergeber (21, 23) in einer gemeinsamen Baugruppe zusammengefaßt ist.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Baugruppe vom A/D-Wandler (11), Subtrahierer (3) und Triggergeber (21/23) dem Geber (1) bzw. dem Verstärker (6) unmittelbar integriert ist.

9. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das auszugleichende Signal (10) erst hinter dem Subtrahierer (3) abgenommen wird

- und daß während der Abgleichphase ein Eingang des Subtrahierers (3) über den Schalter (30) an das Bezugspotential (32) gelegt ist
- und daß zwischen Monoflop (21) und SAR (14) ein Verzögerungselement (24) vorgesehen ist.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß an den Komparator (12) sowohl eine negative Ausgleichsspannung (37) über den Widerstand (38) als auch nach Triggerung mittels des Triggersignales (33) die über einen Schalter (40) und einen Widerstand (39) geführte auszugleichende Spannung (10) anlegbar ist, wobei der zweite Anschluß des Komparators (12) an Bezugspotential (32) gelegt ist, an welches nach Triggerung der Schalter (30) auch den analogen Rechenbaustein (3) anlegt.

Gleichspannungs-Meßeinrichtung  
mit Offsetspannungskompensation

Die Erfindung betrifft Gleichspannungs-Meßeinrichtungen, z. B. für Kraftmeß- und Wägevorgänge, und richtet sich auf die Vermeidung bzw. Unterdrückung der dabei auftretenden Offsetspannungen, welche die Meßgeschwindigkeit und Meßgenauigkeit beeinträchtigen. Mit Hilfe einer zwischen Geber und Verstärker angeordneten Spannungskompensationseinrichtung erfolgt ein Nullabgleich des Verstärker-Eingangssignales.

- Einrichtungen für diesen Zweck sind bisher beispielsweise als Brückenabgleichsschaltung mit manueller Justierung bekannt (transducer interfacing handbook von Fa. Analog Devices Inc. Norwood, Mass. 02062, USA, ISBN 0-916550-05-2, Ausgabe 1981, S. 192). -

Die mit solchen Einrichtungen notwendige manuelle Abgleicharbeit ist noch sehr zeitraubend sowie häufig fehlerbehaftet. Der Abgleich ist über längere Zeit kontrollbedürftig, gerade bei temperaturbedingter Drift in Mechanik und Elektronik. Für eine vollautomatische Datenerfassung durch den Rechner mußte die Nullpunktkorrektur bisher software-mäßig vorgenommen werden. Das bedeutet zusätzlichen Software-Aufwand und unnötig viel Speicherplatzbedarf im Rechner. Bislang fehlen auch zuverlässige Kontrollmöglichkeiten zur Überwachung der Geber auf auftretende Nulldrift, z. B. mittels Warnleuchte, Kontrollsignal an Rechner usw. Der oft sehr erhebliche Zeitbedarf zum Neuabgleich einer Maßeinrichtung stört auch an sich schon die Auswertbarkeit des eigentlichen Meßergebnisses, weil während eines Neuabgleiches Belastungssituationen sich ändern können und eine Versuchsfortführung dann von unterschiedlichen Ausgangsbedingungen aus erfolgen würde.

Die Aufgabe der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung ist es daher, eine Gleichspannungs-Meßeinrichtung anzugeben, welche extern getriggert selbsttätig arbeitet, Offsetspannungen innerhalb eines vorgebbaren Pegels durch Abgleich sehr schnell kompensiert und eine Kontrolle ermöglicht, ab wann der Pegel überschritten bzw. ein selbsttätiger Nullabgleich nicht mehr möglich ist.

Die Lösung dieser Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruches 1 angegebenen Merkmale dadurch erreicht, daß eine vollautomatische Offsetspannungskompensation mit Hilfe eines Hybridbausteines vorgesehen wird, der den Nullabgleich vor dem Start jeder Messung extern getriggert (z. B. durch Rechner oder Taste) auf rein elektrische Weise vornimmt. Der Hybridbaustein hält dazu den bei Geberentlastung vor dem Start abgefragten Offset des Gebers gespeichert und überlagert ihn während der eigentlichen Meßphase dem aktuellen Meßwert ständig in gleicher Höhe, jedoch mit anderem Vorzeichen in der Weise, daß der Offset des Gebers fortlaufend ausgeglichen wird. Hierbei wird die Kompensationsspannung noch zu einem Komparator geführt, welcher das abgehende Korrektursignal mit einem vorgebbaren, geberspezifischen Referenzsignal vergleicht und unerlaubte Sollabweichungen über Signalgeber (z. B. Leuchte, Kontrollsignal an Rechner usw.) meldet bzw. den Abbruch der Messung auslöst.

- Das derart von jeglichen Offset<sup>-spannungen)</sup> befreite Meßsignal ist nun nicht nur zuverlässig fehlerfrei, sondern auch viel schneller erreichbar und es kann nun auch unmittelbar, ohne software-mäßige Korrektur, vom Rechner verarbeitet werden. -

Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen geben die Unteransprüche an:

Nach Anspruch 2 wird erreicht, daß ein evtl. Ausfall des Gebers sofort erkennbar wird.



Nach Anspruch 3 wird erreicht, daß der Nullabgleich mit an sich bewährten Bauelementen und mit sehr geringem Aufwand möglich wird.

Nach Anspruch 4 wird erreicht, daß die Analogwerte durch Umwandlung in digital gewandelte Signale auf einfache Weise speicherbar werden und daß dabei keine Beeinträchtigungen der Messung selbst vorkommen.

Nach Anspruch 5 wird eine besonders zuverlässige Ausgestaltung der Nullabgleichselemente erreicht.

Nach Anspruch 6 wird erreicht, daß die Genauigkeit des Abgleiches nicht durch der Ablagespannung des Gebers überlagerte Störsignale beeinträchtigt wird.

Nach Anspruch 7 wird insbesondere eine besonders kompakte Bauweise erreicht, insbesondere, wenn auch die Kontrolleinheit mit in den Hybridbaustein einbezogen wird.

Nach Anspruch 8 wird außer Geber und Verstärker ein drittes Geräteteil vermieden.

Nach Anspruch 9 wird durch Einbeziehung des Subtrahierers in den Offsetabgleich ein besonders genauer Abgleich erreicht, weil nicht nur dessen Offset ebenfalls kompensiert wird, sondern weil auch das Verzögerungselement den Start des SAR um die Einschwingzeit der Schalter zeitlich verschiebt.

Nach Anspruch 10 wird eine weitere Möglichkeit für einen besonders genauen Abgleich erreicht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand folgender schematischer Zeichnungen beschrieben:

- Fig. 1 zeigt eine Anordnung der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung, bei welcher keine Schalter im Anschluß des sukzessiven Approximationsregisters (SAR) liegen.
- Fig. 2 zeigt eine Anordnung, bei welcher Zu- und Abgang durch zwei gekoppelte Schalter kontrollierbar sind und das SAR die auszugleichende Spannung mit gleichem Vorzeichen annähert. Die Kompensation erfolgt durch einen als Subtrahierer ausgeführten analogen Rechenbaustein.
- Fig. 3 zeigt eine Anordnung, bei welcher Zu- und Abgang durch einen Wechselschalter kontrollierbar sind und das SAR die auszugleichende Spannung mit entgegengesetzten Vorzeichen annähert. Die Kompensation erfolgt durch einen als Addierer ausgeführten analogen Rechenbaustein.
- Fig. 4 zeigt die Offset-Aufhebung im Meßdiagramm.
- Fig. 5 stellt die Arbeitsphasen von Monoflop, Schalter und SAR dar.
- Fig. 6 zeigt die für Gleichspannungsmeßeinrichtung bisher gebräuchliche Offsetspannungskompensation mit einer Gebermeßbrücke.

In Fig. 1 ist vom Geber 1, der z. B. ein Dehnungsmeßstreifen sein kann, eine Ablagespannung 2 gegeben, welche sowohl an einen hier als Subtrahierer ausgeführten analogen Rechenbaustein 3 als auch über einen Filter 8 an einen Komparator 12 gelegt ist. Der Subtrahierer 3 gibt die nach Abzug einer Korrekturspannung 4 verbleibende Differenzspannung 5 an einen Verstärker 6 mit Ausgang 7 zum eigentlichen Meßgerät.

Die Korrekturspannung 4 wird eingestellt durch einen nach dem Wägeprinzip arbeitenden A/D-Wandler 11. Darin wird von der das Filter 8 verlassenden auszugleichenden Spannung 10 im SAR 14 digital eine Spannung in der Höhe der auszugleichenden Spannung 10 angenähert. Zur Steuerung der einzelnen Wägeschritte muß die angenäherte Spannung als Digitalsignal 19 über einen D/A-Wandler 20 an den Komparator 12 geführt werden. Die Steuerlogik 17 organisiert, geschaltet durch das Monoflopsignal 18, und das Komparatorsignal 13 und getaktet durch die Impulsfolge 15 des Taktgenerators 16 den Ablauf der einzelnen Wägeschritte. Nach erfolgreichem Abgleich besitzt das Korrektursignal 4 den gleichen Wert wie die auszugleichende Spannung 10.

Das Triggersignal 18 wird beispielsweise (beispielsweise bei Erreichung der Geber-Entlastung vor dem Start) weise durch ein Monoflop 21 geliefert, welches neben der Monoflop-Beschaltung (R, C ext.) 22 noch der eigentliche Triggerbefehlsgeber 23 (Taster, Rechner oder dergl.) angeschlossen ist. Die Korrekturspannung 4, welche aus dem A/D-Wandler 11 verfügbar ist und am eingangs schon erwähnten Subtrahierer 3 anliegt, kann in einem weiteren angelegten Komparator 24 noch durch einen Vergleich mit einer Referenzspannung 25 auf evtl. Schwellenüberschreitungen 26 überwacht werden. Diese löst dazu eine Warnleuchte 27 oder ein Kontrollsignal an den Rechner etc. aus, sobald die Korrekturspannung 4 von der von einem Referenzspannungsgeber 28 gelieferten Referenzspannung 25 unzulässig abweicht.

Nach erfolgreichem Abgleich ist durch das Monoflop 21 und die Steuerlogik 17 sichergestellt, daß die Korrekturspannung 4 sich nicht mehr ändern kann, solange, bis durch den Schalter 23 ein erneuter Abgleich ausgelöst wird.

In Fig. 2 wird die auszugleichende Spannung 10 nur dann durch einen Eingangsschalter 29 an den A/D-Wandler 11 gelegt, wenn gleichzeitig ein Ausgangsschalter 30, der mit dem Eingangsschalter 29 über eine Verbindung 31 zwangsgekoppelt ist, die Korrekturspannung 4 zum Subtrahierer 3 unterbricht und er an Masse 32 gelegt ist. Die Betätigung der Schalter 29, 30, 31 er-

folgt ebenfalls über ein Triggersignal 33 aus dem Monoflop 21. Dieses wird hier abgenommen vor einer Verzögerung 34 für das an die Steuerlogik 17 des A/D-Wandlers 11 angelegte Triggersignal 18. Das Verzögerungselement 34 hat eine externe Verzögerungsbeschaltung 35 ( $R, C_{ext}$ ).

- Alle Einzelelemente lassen sich praktischerweise zu einem Hybridbaustein 36 zusammenfassen, welcher z. B. in einem (hier nicht gezeigten) Meßempfänger integriert ist. -

In Fig. 3 ist der Komparator 12 des A/D-Wandlers 11 an das Bezugspotential 37 gelegt. Der andere Anschluß des Komparators erhält über die Summierwiderstände 38, 39 sowohl den Ausgangspegel des D/A-Wandlers 20 als auch über den Schalter 40 die auszugleichende Spannung 10. Das SAR 14 nähert, gesteuert durch den verzögerten Triggerimpuls 18, den Wert der auszugleichenden Spannung 10 an, jedoch mit entgegengesetztem Vorzeichen. Sobald das Ausgangssignal des D/A-Wandlers 20 und die Spannung 10 sich zu 0 ausgleichen, schaltet der Komparator 12 um und hält das SAR auf diesem Wert. Er wird nun, nachdem das Monoflop 21 die Schalter 40, 41 in Grundstellung 2 gebracht hat, dem hier als Addierer 3 ausgeführten analogen Rechenbaustein zugeführt und an die Überwachungseinrichtung 24/27 gelegt.

Für die Dauer des Abgleichvorganges im SAR 14 hält das Monoflop 21 die Umschalter 29, 30 bzw. 40 in Arbeitsstellung 1. D. h. für das Beispiel nach Fig. 3, daß die auszugleichende Spannung 10 an den Komparator 12 gelegt wird, während der eine Eingang des hier als Addierer ausgeführten Rechenbausteines 3 mit dem Bezugspotential 37 verbunden wird, um eine Verfälschung zu vermeiden.

In Fig. 4 ist der mit der erfindungsgemäßen Einrichtung erzielte Effekt dargestellt. Der gestrichelt gezeichnete Spannungsverlauf zeigt das Meßsignal des Meßgebers 1 mit überlagertem Offset 2 als Meßsignal vor dem Einschalten einer Nullpunktkompensation, also mit einem Offset 41. Die ununterbrochene Linie zeigt die durch die Spannungskompensation erreichte offset-freie Meßspannung 5.

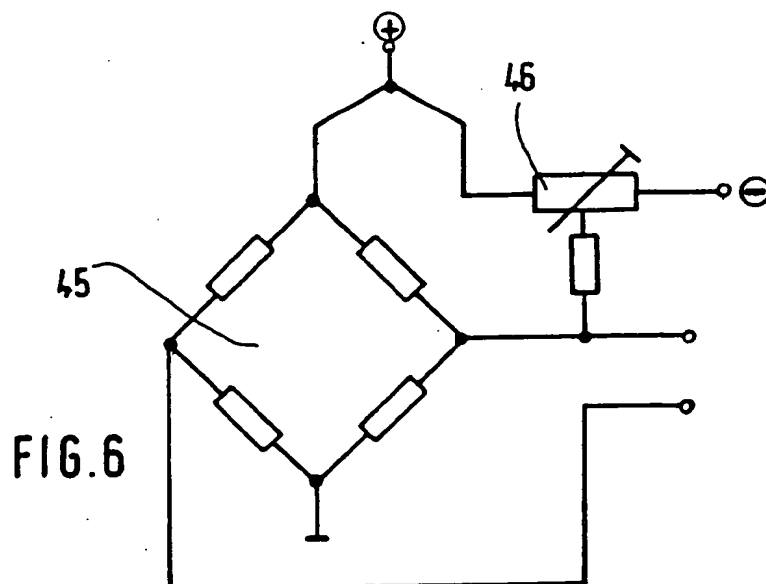
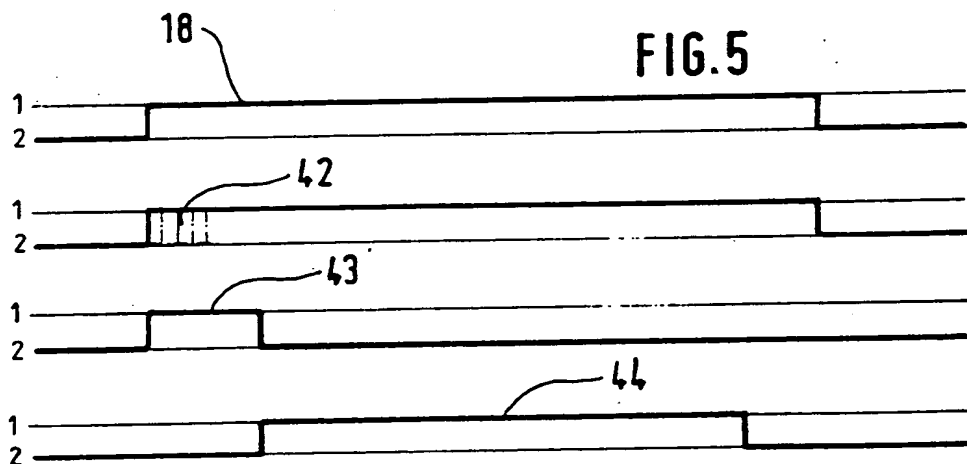
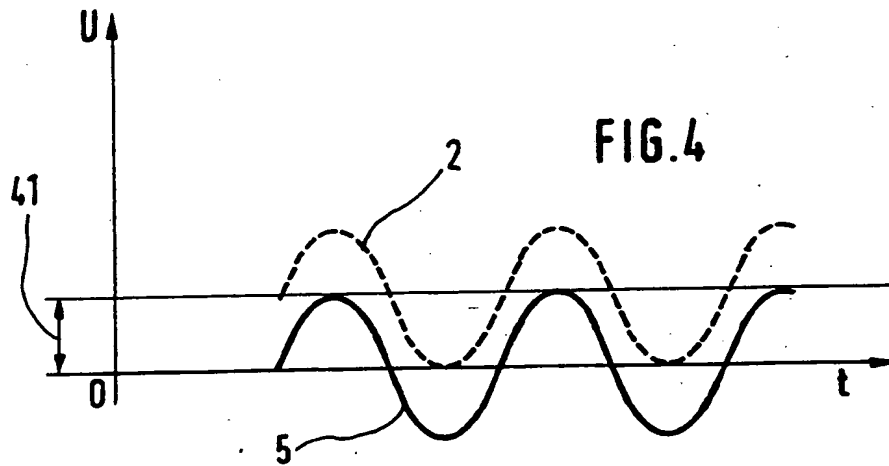
In Fig.5 sind die Zuordnungen der Schaltabläufe im erfindungsgemäßen Hybridbaustein 36 dargestellt.

Das Monoflop 21 bestimmt die Arbeitszeit 18 der gesamten Abgleichsschaltung. Um zu vermeiden, daß Störsignale 44, bedingt durch Einschwing- bzw. Prellvorgänge, am Filter 8 und Schalter 29, 30 bzw. 40, 41 an dem über den Komparator 12 gesteuerten SAR 14 zum Fehlabbgleich führen, darf das SAR erst getriggert werden, wenn sichergestellt ist, daß nur der gewünschte Gleichspannungspegel der auszugleichenden Spannung 10 anliegt. Die Verzögerungselektronik 34 sorgt daher für ein um die Zeit 4<sup>1</sup> verschobenes Triggersignal 4, das den SAR über die Steuerlogik 17 ansteuert.

In Fig. 6 ist die bisher gebräuchliche Offsetspannungskompensationsweise mit einer Meßbrückenschaltung 45 und manuellem Abgleich 46 zum Vergleich dargestellt. Für jede Messung und jeden Geber mußte mit diesem Prinzip eine individueller Nullabbgleich durch manuelles Verstimmen der Meßbrücken vorgenommen werden. Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung ist es aber nun möglich, den nach einem Nullabbgleich ermittelten Offset des Gebers gespeichert zu halten und in der darauffolgenden Messung ihn dem Meßwert ständig in gleicher Höhe zu überlagern, so daß der Offset stets selbsttätig ausgeglichen ist.

Bezugszeichen

1	Geber (DMS o. ä.)	23	Triggerbefehlsgeber (Taster, Rechner)
2	Ablagespannung	24	Komparator K2
3	Analoger Rechenbaustein (Subtrahierer bzw. Addierer)	25	Schwellenreferenzsignal
4	Korrekturspannung	26	Schwellenüberschreitung
5	Differenzspannung	27	Kontrollsignalgeber
6	Verstärker eines Anzeige- gerätes	28	Referenzgeber
7	Meßausgang	29	Eingangsschalter
8	Filter	30	Ausgangsschalter
9	Filter-Beschaltung (R, C ext)	31	Mechanische Verbindung
10	Auszugleichende Spannung (analog)	32	Bezugspotential Masse (0 Volt)
11	A/D-Wandler nach dem Wäge- prinzip	33	Triggersignal zum Schalten
12	Komparator K1	34	Verzögerung vor Steuer- logik
13	Komparator-Ausgangsspannung	35	Verzögerungsbeschaltung (R, C ext)
14	Sukzessives Approximations- register (SAR) mit Digital- speicher	36	Hybridbaustein
15	Taktsignal	37	Ausgleichsspannung (negativ)
16	Taktgenerator	38	Widerstand
17	Steuerlogik	39	Widerstand
18	Triggersignal zur Steuerlogik	40	Schalter
19	Ausgleichssignal (digital)	41	Offset
20	D/A-Wandler	42	Einschaltsschwingungen
21	Monoflop	43	Verzögerungszeit
22	Monoflop-Beschaltung (R, C ext)	44	Arbeitszeit des SAR
		45	Meßbrückenschaltung
		46	Manueller Abgleich



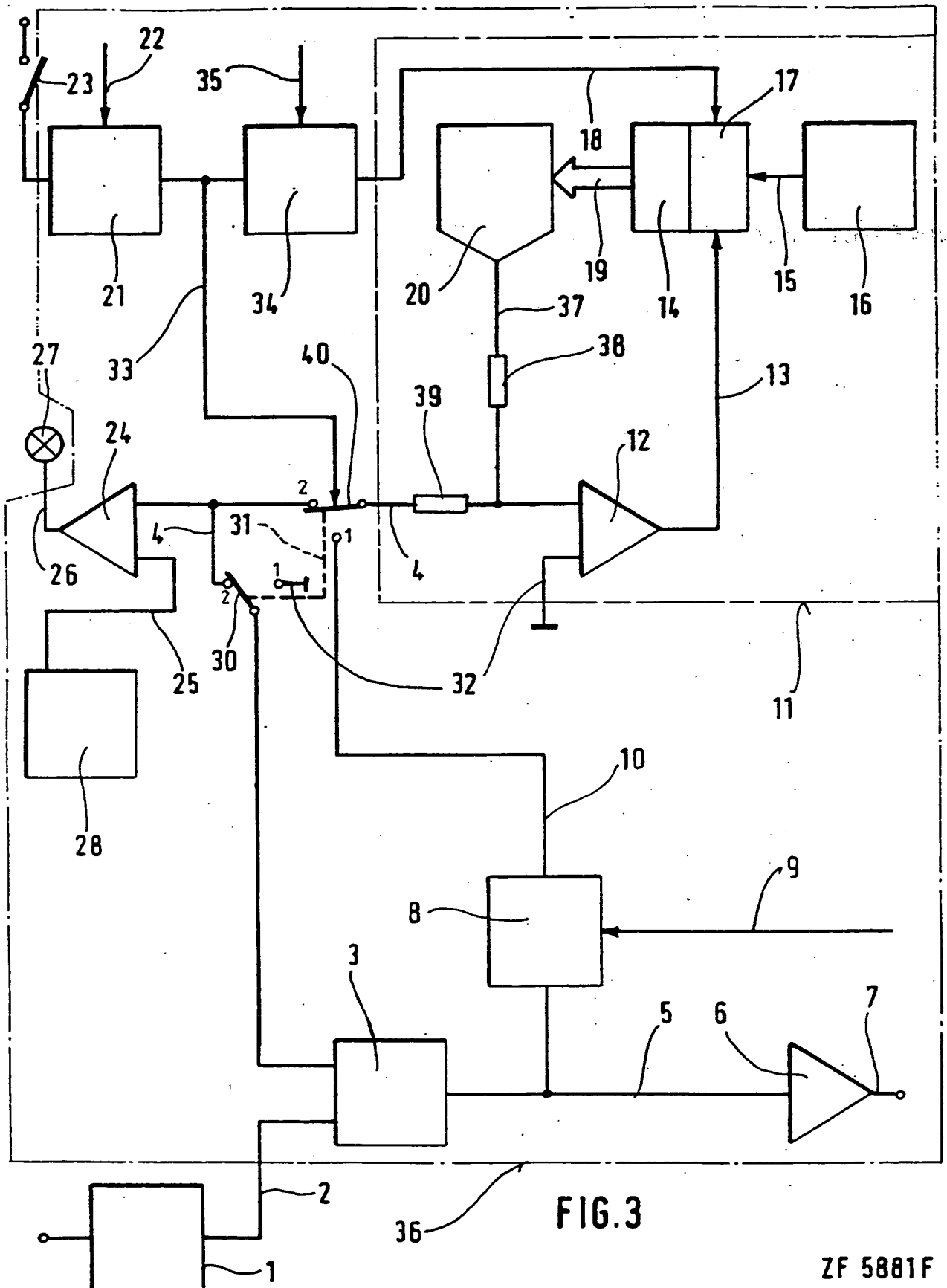


FIG.3



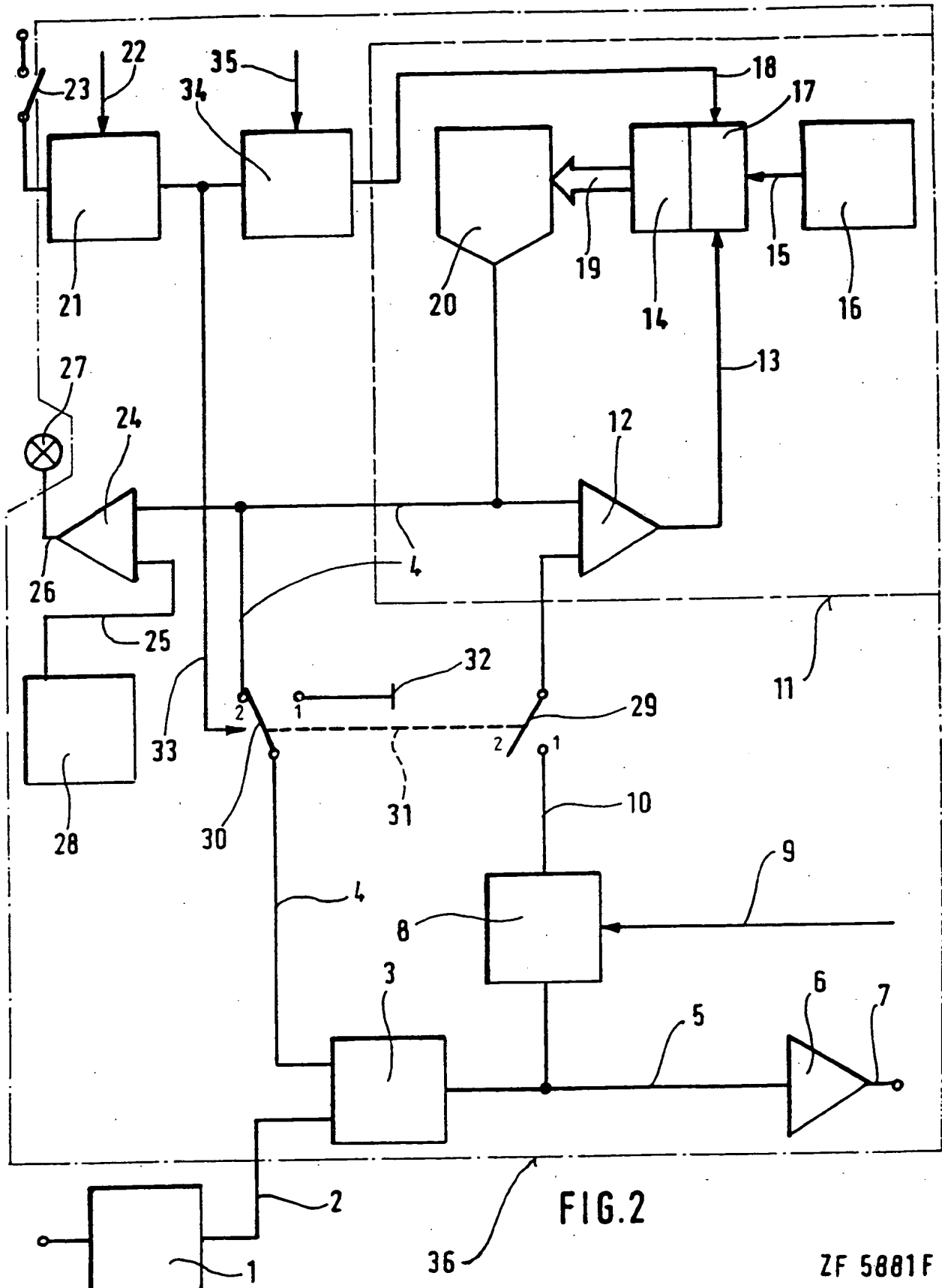


FIG.2

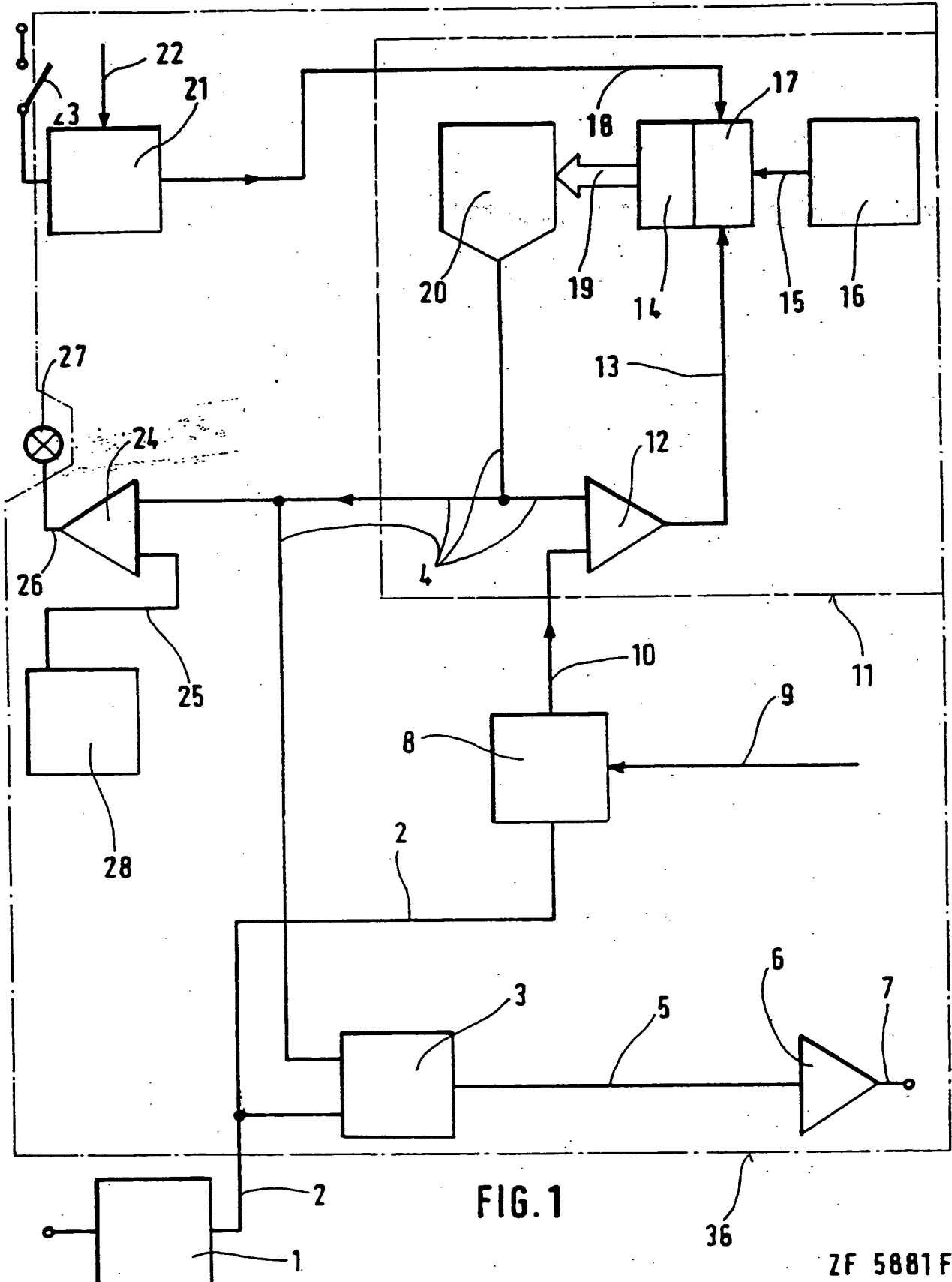


FIG. 1

36

ZF 5881 F